

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-249948
(P 2000-249948 A)
(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl.⁷
G02B 26/10
B41J 2/44

識別記号

F I
G02B 26/10
B41J 3/00

ターマコード^{*} (参考)

B 2C362
D 2H045

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全11頁)

(21)出願番号 特願平11-55331

(22)出願日 平成11年3月3日(1999.3.3)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 林 善紀

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

(72)発明者 川村 篤

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式
会社リコー内

(74)代理人 100067873

弁理士 樺山 亨 (外1名)

Fターム(参考) 2C362 AA26 AA47 BA04 BA58 BA61
BA86

2H045 AA01 BA22 BA33 CA61 CB04

(54)【発明の名称】マルチビーム走査装置および画像形成装置

(57)【要約】

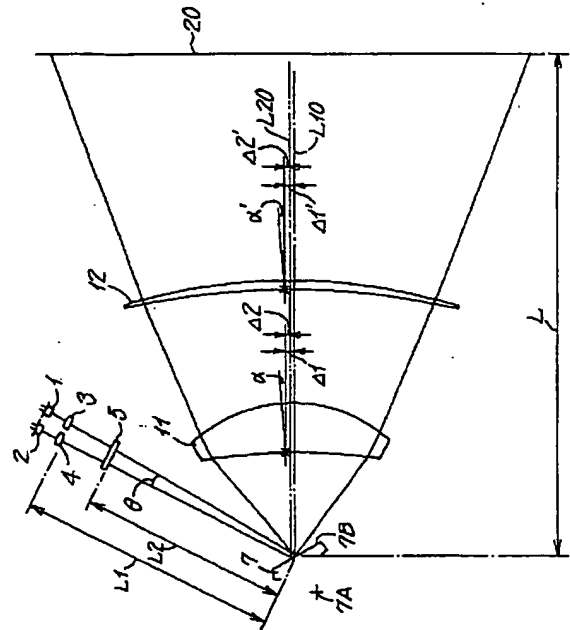
【課題】マルチビーム走査装置において、高価なビーム合成部品を用いずに複数のビームで被走査面を走査し、全てのビームについてビームスポット径・ビームピッチ等の光学特性を良好にする。

【解決手段】第2光学系5からの複数のビームのうち少なくとも2つが偏向回転面で開き角を有し、最大の開き角： θ (rad)を有する2ビームが通過する2つのカップリングレンズ3、4の有効径を $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、2つのカップリングレンズ3、4と偏向反射面7Bとの距離のうち短い方を $L1$ 、偏向反射面と被走査面の間にある第3光学系11、12の副走査方向の横倍率を β 、偏向反射面から被走査面20に至る距離を L とすると、これらが、条件：

$$(1) \quad \theta^1 \times \beta^1 \times A / L < 0.0005$$

$$(2) \quad \theta > \tan^{-1}[(\phi 1 + \phi 2) / 2 L 1]$$

を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の光源と、

これら複数の光源をそれぞれカップリングする複数のカップリングレンズにより構成される第1光学系と、

この第1光学系からの各ビームを、主走査方向に長く略線状に集光する第2光学系と、

上記略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、上記第2光学系からの複数のビームを等角速度的に偏向させ、偏向反射面とその回転軸とが一定距離：Aだけ離れている偏向器と、

この偏向器により偏向された複数の偏向ビームを被走査面に向けて集光させ、被走査面を略等速的に走査する走査結像素子を含む第3光学系とを有し、

上記第2光学系からの複数のビームのうち少なくとも2つは偏向回転面内で開き角を有し、上記開き角のうち最大のものを θ (rad)、この角： θ を開き角として有する2ビームが通過する2つのカップリングレンズの有効径を $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、

上記2つのカップリングレンズと上記偏向反射面との距離のうち短い方を $L1$ 、偏向反射面と被走査面の間にある第3光学系の副走査方向の横倍率を β 、上記偏向反射面から被走査面に至る距離を L とすると、これらが、条件：

$$(1) \quad \theta^1 \times \beta^1 \times A / L < 0.0005$$

$$(2) \quad \theta > \tan^{-1}[(\phi 1 + \phi 2) / 2L1]$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項2】複数の光源と、

これら複数の光源をそれぞれカップリングする複数のカップリングレンズにより構成される第1光学系と、

この第1光学系からの各ビームを主走査方向に長く略線状に集光する第2光学系と、

上記略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、上記第2光学系からの複数のビームを等角速度的に偏向させ、偏向反射面とその回転軸とが一定距離：Aだけ離れている偏向器と、

この偏向器により偏向された複数の偏向ビームを被走査面に向けて集光させ、被走査面を略等速的に走査する走査結像素子を含む第3光学系とを有し、

上記第2光学系からの複数のビームのうち少なくとも2つは、偏向回転面内で開き角を有し、上記開き角のうち最大のものを θ (rad)とし、この角： θ を開き角として有する2ビームが共に通過する第2光学系が、少なくとも1つのシリンダレンズを有し、

上記角： θ を開き角として有する2ビームが通過する2つのカップリングレンズの有効径を $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、シリンダレンズと偏向面の距離を $L2$ 、上記2ビームが通過する2つのカップリングレンズと偏向面の距離のうち短い方を $L1$ 、偏向反射面と被走査面の間にある第3光学系の副走査方向の横倍率を β とすると、これらが、条件：

$$(3) \quad L2 \times \theta \times |\beta| / L1 < 0.03$$

$$(2) \quad \theta > \tan^{-1}[(\phi 1 + \phi 2) / 2L1]$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項3】請求項1または2記載のマルチビーム走査装置において、

複数の光源からのビームのうち1つのビームの両最周辺像高での副走査方向の結像位置を $S1(+)$ 、 $S1(-)$ 、上記1つのビームとは異なる他の1つのビームの両最周辺像高での副走査方向の結像位置を $S2(+)$ 、 $S2(-)$ とすると、これらが条件：

$$(4) \quad (S1(+)-S1(-)) \times (S2(+)-S2(-)) < 0$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項4】請求項1または2または3記載のマルチビーム走査装置において、

複数の光源からのビームのうち1つのビームの両最周辺像高での主走査方向の結像位置を $M1(+)$ 、 $M1(-)$ 、上記1つのビームとは異なる他の1つのビームの両最周辺像高での主走査方向の結像位置を $M2(+)$ 、 $M2(-)$ とすると、これらが条件：

$$(5) \quad (M1(+)-M1(-)) \times (M2(+)-M2(-)) < 0$$

を満足することを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項5】請求項1～4の任意の1に記載のマルチビーム走査装置において、

光源の数が2であることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項6】請求項1～3の任意の1に記載のマルチビーム走査装置において、

第3光学系の走査結像素子が1枚のレンズで構成されていることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項7】請求項1～4の任意の1に記載のマルチビーム走査装置において、

第3光学系の走査結像素子が2枚のレンズにより構成されていることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項8】請求項6または7記載のマルチビーム走査装置において、

第3光学系の走査結像素子を構成するレンズの1以上が、偏向回転面内でシフトおよび/またはチルトして配備されていることを特徴とするマルチビーム走査装置。

【請求項9】光導電性の感光体を均一に帯電したのち、光走査により静電潜像の書込みを行い、書込みにより形成された静電潜像を現像してトナー像として可視化する方式の画像形成装置において、

感光体に対する光走査を、請求項1～8の任意の1に記載のマルチビーム走査装置により行うことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はマルチビーム走査装置および画像形成装置に関する。この発明は、デジタル複写装置、ファクシミリやレーザプリンタ等に利用できる。

【0002】

【従来の技術】デジタル複写装置やレーザプリンタ等の画像形成装置に関連して広く知られた光走査装置は一般に、光源を第1光学系で以後の光学系にカップリングし、第1光学系からのビームを、第2光学系により、主走査方向（光源から被走査面における光路の屈曲を無視して、被走査面上における主走査方向と対応する方向を言う、副走査方向についても同様である）に長く略線状に集光させ、この線状の集光部の近傍に偏向反射面を有する偏向器で偏向させ、偏向ビームを第3光学系により被走査面上に集光させて、被走査面の走査を行うようになっている。近来、光走査の高速化を目して「被走査面を複数ビームで同時走査するマルチビーム走査装置」の実用化が意図されている。マルチビーム走査装置では複数の光源が用いられるが、これら複数の光源からの複数のビームを被走査面上で近接して集光させるために、偏光を利用したビーム合成部品を用いて複数ビームを合成することが提案されている（例えば、特開平8-304722号公報）。このビーム合成方法はビーム合成部品が高価であるため、マルチビーム走査装置のコスト引いては画像形成装置のコストが高くつくと言う問題がある。これに対し、上記「高価なビーム合成部品」を用いることなくマルチビーム走査を可能にしたものとして、複数のビームに偏向回転面（偏向反射面の回転軸に直交する平面）内で「開き角（上記複数ビームを偏向回転面に射影したときの各ビームの射影のなす角）」を持たせる方式のマルチビーム走査装置が提案されている（特開平9-146024号公報）。しかし、この場合「偏向反射面とその回転軸が一定距離離れている偏向器」を用いると、開き角を有する複数のビームで「サグ量（各ビームの線状の集光部と偏向反射面との相対的な位置関係が偏向反射面の回転に伴いずれる、ずれ量）」が異なり、全てのビームについて良好な光学特性（ビームスポット径、ビームピッチ等）を得るには、ビームごとにサグ量が異なるという事実立脚した光学設計が必要になる。また、偏向反射面近傍に主走査方向に長い線像を集光させるための第2光学系（シリンダレンズや凹シリンダミラー）を複数のビームに共通化して使用すると第2光学系の光軸を中心とするチルト誤差により、ビームピッチに「ばらつき」が発生する問題がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、マルチビーム走査装置及びこれを用いる画像形成装置において、偏光を利用した高価なビーム合成部品を用いずに複数のビームで被走査面を走査し、なおかつ、全てのビームについてビームスポット径・ビームピッチ等の光学特性を良好にし、高速化・高画質化を可能にすることを課題とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】この発明のマルチビーム

走査装置は、複数の光源と、第1光学系と、第2光学系と、偏向器と、第3光学系とを有する。「複数の光源」は光走査用のビームをそれぞれ独立して放射する。これら光源としては半導体レーザ（LD）が好適である。

「第1光学系」は、これら複数の光源をそれぞれカップリングする複数のカップリングレンズにより構成される。カップリングレンズは、各光源に1対1に対応させて設けても良いし、1つのカップリングレンズが2以上の光源をカップリングするようにしてもよい。カップリングされたビームは「平行ビーム」となってもよいし

「弱い収束ビームもしくは弱い発散ビーム」となってもよい。「第2光学系」は、第1光学系からの各ビームを主走査方向に長く略線状に集光させる光学系であり、シリンダレンズや凹シリンダミラーを好適に利用することができる。この第2光学系は、各光源からのビームごとに、即ち、光源と同数設けても良いが、複数光源に共通して配備してもよい。「偏向器」は、第2光学系による各ビームの略線状の集光部の近傍に偏向反射面を有し、第2光学系からの複数ビームを等角速度的に偏向させる。

偏向器は、偏向反射面とその回転軸とが一定距離：Aだけ離れている。即ち、偏向器は、複数の光源からの各ビームに共通して用いられ、複数の光源からのビームは、共通の偏向反射面により偏向される。かかる偏向器としては、回転多面鏡や回転2面鏡を好適に用いることができるが、偏向反射面とその回転軸の離れた「回転単面鏡」を用いることもできる。「第3光学系」は、偏向器により偏向された複数の偏向ビームを被走査面に向けて集光させ、被走査面を略等速的に走査する「走査結像素子」を含む。第3光学系は、光学系のレイアウトに応じ、偏向ビームの光路を屈曲させる折り返しミラー等、パワーを持たない光学素子を含むことができる。「走査結像素子」は1枚あるいは2枚以上のレンズ、または1以上の結像ミラーにより構成することができ、更には1以上のレンズと1以上の結像ミラーの複合系として構成することもできる。第2光学系からの複数のビームのうち少なくとも2つは偏向回転面内で開き角を有する。

「偏向回転面」は、前述のように「偏向反射面の回転軸に直交する平面」であり、「開き角」は上記2つのビームを「偏向回転面に射影した状態」において「各ビームが偏向反射面の側から第2光学系の側へ向かって開くようになす角」を言う。上記開き角のうち最大のものを「 $\theta(\text{rad})$ 」とする。

【0005】請求項1記載のマルチビーム走査装置は、以下の如き特徴を有する。即ち、上記最大の開き角： θ を、開き角として有する2ビームが通過する2つのカップリングレンズの有効径を $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、これら2つのカップリングレンズと偏向反射面との距離のうち短い方を l 、偏向反射面と被走査面の間にある第3光学系の副走査方向の横倍率を β 、偏向反射面から被走査面に至る距離を L とすると、これらは、条件：

$$(1) \quad \theta^1 \times \beta^1 \times A / L < 0.0005$$

$$(2) \quad \theta > \tan^{-1}[(\phi 1 + \phi 2) / 2 L 1]$$

を満足する。請求項2記載のマルチビーム走査装置は、以下の如き特徴を有する。即ち、上記最大の開き角： θ を開き角として有する2ビームが共に通過する第2光学系が、少なくとも1つのシリンダレンズを有し、角： θ を開き角として有する上記2ビームが通過する2つのカップリングレンズの有効径を $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、シリンダレンズと偏向面の距離を $L2$ 、上記2ビームが通過する2つのカップリングレンズと偏向面の距離のうち短い方を $L1$ 、偏向反射面と被走査面の間にある第3光学系の副走査横倍率を β とすると、これらは、条件：

$$(3) \quad L2 \times \theta \times |\beta| / L1 < 0.03$$

$$(2) \quad \theta > \tan^{-1}[(\phi 1 + \phi 2) / 2 L 1]$$

を満足する。上記請求項1または2記載のマルチビーム走査装置において、複数の光源からのビームのうち1つのビームの両最周辺像高での副走査方向の結像位置を $S1(+)$ 、 $S1(-)$ 、上記1つのビームとは異なる他の1つのビームの両最周辺像高での副走査方向の結像位置を $S2(+)$ 、 $S2(-)$ とすると、これらは条件：

$$(4) \quad (S1(+)-S1(-)) \times (S2(+)-S2(-)) < 0$$

を満足することが好ましい（請求項3）。また、上記請求項1または2または3記載のマルチビーム走査装置において、複数の光源からのビームのうち1つのビームの両最周辺像高での主走査方向の結像位置を $M1(+)$ 、 $M1(-)$ 、上記1つのビームとは異なる他の1つのビームの両最周辺像高での主走査方向の結像位置を $M2(+)$ 、 $M2(-)$ とすると、これらは条件：

$$(5) \quad (M1(+)-M1(-)) \times (M2(+)-M2(-)) < 0$$

を満足することが好ましい。

【0006】上記請求項1～4の任意の1に記載のマルチビーム走査装置において、光源の数を2とすることができる（請求項5）。また、請求項1～3の任意の1に記載のマルチビーム走査装置において、第3光学系の走査結像素子を「1枚のレンズで構成」する（請求項6）ことも、「2枚のレンズで構成」することもできる（請求項7）。これら請求項6または7記載のマルチビーム走査装置において、第3光学系の走査結像素子を構成するレンズの1以上を、偏向回転面内でシフトおよび/またはチルトして配備することができる（請求項8）。この発明の画像形成装置は、光導電性の感光体を均一に帯電したのち、光走査により静電潜像の書き込みを行い、書き込みにより形成された静電潜像を現像してトナー像として可視化する方式の画像形成装置において、感光体に対する光走査を上記請求項1～8の任意の1に記載のマルチビーム走査装置により行うこと特徴とする（請求項9）。上記の条件（1）を満足することにより、偏向器のサグによる複数ビーム間の光学特性の差を低減でき、各ビームについて、良好な像面湾曲特性（小径で安定したビームスポット径）及び等速性を得ることが可能にな

る。また、条件（2）を満足することにより、偏光プリズム等の合成光学素子を用いずに、複数のビームで被走査面を走査することが可能になる。条件（3）を満足することにより、光学素子の取り付け誤差によるビームピッチ変動を低減でき、高画質を実現できる。条件（4）および/または（5）を満足することにより、低コストに少ない部品点数で、複数のビームにつき、良好な像面湾曲特性（小径で安定したビームスポット径）を実現できる。

10 【0007】また、請求項8記載のマルチビーム走査装置のように、第3光学系の走査結像素子を構成するレンズの1以上に、偏向回転面内でシフトおよび/またはチルトを与えることにより、サグの影響を有効に軽減させることが可能である。

【0008】

【発明の実施の形態】図1に示す実施の形態において、「複数の光源」であるLD1、LD2から出射された各ビームは、「第1光学系」を構成するカップリングレンズ3、4によりカップリングされ、「第2光学系」をなすシリンダレンズ5によりそれぞれ、回転多面鏡である偏向器7の偏向反射面7Bの近傍で主走査方向に長い略線状に集光する。2ビームとも、偏向器7の偏向反射面7Bにより反射されて等角速度的に偏向され、「第3光学系の走査結像素子」をなす走査レンズ11、12により被走査面20の近傍にビームを結像させ、被走査面20上に形成されるビームスポットにより被走査面20を略等速に走査する。各ビームスポットは被走査面上で副走査方向に所定の間隔をもって分離する。従って、該間隔で離れた2本の走査ラインが同時に走査される。この

20 とき、第2光学系であるシリンダレンズ5を出射した2ビームは、偏向回転面（図1の図面に平行な面）内で開き角： θ を有し、偏向器7の「偏向反射面7Bとその回転軸7Aは一定距離： A だけ離れ」ている。被走査面20は実体的には光導電性の感光体である。この感光体は円筒状やベルト状に形成されて感光面を走行させ、均一に帯電されたのち、LD1、LD2からのビームで走査されて静電潜像を書き込まれる。書き込まれた静電潜像は現像されてトナー像として可視化される。トナー像は記録シート（転写紙やオーバーヘッドプロジェクタ用のプラスチックシート等）に直接もしくは中間転写ベルトの如き中間転写媒体を介して転写される。多色画像やカラー画像を形成する場合には、上記のプロセスがトナーの色の種類だけ繰り返され、各色トナー画像が記録シート上で重ね合わせられて多色画像もしくはカラー画像が形成される。記録シート上に転写されたトナー像は記録シート上に定着されて記録画像となる。

【0009】

【実施例】以下に、具体的な例を2例、実施例1、2として挙げる。

50 実施例1

図1に示す構成において、光源であるLD1、LD2から出射するビームをそれぞれ第1ビーム、第2ビームとする。第1、第2ビームは、第1光学系をなすカップリングレンズ3、4で個別にカップリング作用を受け、共通の第2光学系であるシリンダレンズ5を介して偏向器7の偏向反射面7Bに入射する。図1において、第1ビームが偏向反射面7Bにより反射されたのち、その主光線が被走査面20に直交する状態となる（走査結像素子11、12の作用は考慮しない）とき、この反射ビームの主光線を第1基準線と呼び、図中に符号L10で示す。同様に、第2ビームが偏向反射面7Bにより反射されたのち、その主光線が被走査面20に直交する状態となるとき、この反射ビームの主光線を第2基準線と呼び、図中に符号L20で示す。実施例1において、LD1から出射する第1ビームと第1基準線L10とのなす角は60度、LD2から出射する第2ビームと第2基準線L20とのなす角は63.6度である。従って、第1、第2ビームの開き角： θ は3.6度で、ラジアン単

第1面（入射側）：副走査方向にのみ正のパワーを持つシリンダ面
曲率半径：R（シリンダ面）=24mm

第2面（射出側）：平面

中心肉厚=3mm

使用波長での屈折率=1.51375

第1ビームの偏向器7による反射ビームの主光線が第1基準線L10と一致するとき、第1ビームのシリンダレンズ5から偏向反射面7Bまでの距離：

$L2=43.6\text{mm}$

第2ビームの偏向器7による反射ビームの主光線が第2基準線L20と一致するとき、第2ビームのシリンダレンズ5から偏向反射面7Bまでの距離：

$L2=43.6\text{mm}$

シリンダレンズ5の光軸は、偏向反射面7Bに向かう第1、第2ビームに対して共に1.8度傾き、第1、第2ビームに対して共通に用いることができる。即ち、第

$$X=r' / [R1+R1 \cdot \sqrt{\{1-(1+K1)r' / R1'\}}] + R1A4 \cdot r' + R1A6 \cdot r' + \dots (A)$$

実施例1において、走査レンズ11の第1面の各定数は以下の通りである。

R1 -174.41

K1 -4.30

R1A4 1.410E-08

R1A6 -3.060E-11

R1A8 -2.700E-13

R1A10 4.737E-17

R1A12 6.560E-21

中心肉厚：D 22.0

使用波長での屈折率：N 1.52706

$$X=Y' / [R+R \cdot \sqrt{\{1-(1+K)Y' / R'\}}] + A4 \cdot Y' + A6 \cdot Y' + A8 \cdot Y' + \dots (B)$$

走査レンズ11の第2面の主走査断面内の非円弧形状における各定数は以下の通りである。

R -58.8

位では $\theta=0.0628\text{rad}$ である。第1、第2ビームとも、カップリングレンズからは弱い収束性のビームとなって射出する。これらの収束性のビームが、他の光学系の影響を受けないとしたときに、自らの収束性により集光する位置を「自然集光点」と呼ぶが、実施例1において第1、第2ビームの自然集光点はそれぞれ、偏向器7の偏向反射面7Bから、第1、第2基準線L10、L20にそって被走査面側へ1860mmの位置にある。偏向器7は、偏向反射面を6面有する回転多面鏡で、回転中心7Aから偏向反射面までの距離（偏向反射面の内接円半径）Aは18mmである。第1ビームが第1基準線L10の方向へ反射されるとき、偏向反射面7Bへの第1ビームの入射角は30度、第2ビームが第2基準線L20の方向へ反射されるとき、偏向反射面7Bへの第2ビームの入射角は31.8度である。第2光学系としてのシリンダレンズ5は、第1、第2ビームに共通に用いられるものである。

1、第2ビームは、シリンダレンズ5の光軸を対称軸として、図1の面内で互いに逆の方向へ1.8度傾いている。

【0010】第3光学系の走査結像素子は、走査レンズ11、12により構成されるが、走査レンズ11の第1面（入射側面）は「共軸非球面」であり、光軸方向の座標をX、頂点からの距離をr、近軸曲率半径をR1、高次の係数をR1A3、R1A4、R1A5、R1A6、…として以下のように表現できる。

【0011】

上の表記で、長さの次元を持つ量の単位は「mm」である。また、例えば「E-08」は「10⁻⁸」を意味し、この数値が直前の数値にかかるのである。以下、同様である。走査レンズ12の第2面（射出側面）は、主走査断面（光軸を含み、主走査方向に平行な平断面）内の形状が非円弧形状であり、副走査断面（光軸と副走査方向とに平行な平断面）の形状は、副走査断面の各位置において直線（即ち、パワー：0）となっている。主走査断面の「非円弧形状」は、光軸方向の座標をX、頂点からの主走査方向の距離をY、近軸曲率半径をR、高次の係数をA4、A6、…として以下のように表現できる。

40 K -0.113
A4 4.977E-07
50 A6 -5.799E-11

A8 1.392E-14

A10 -4.327E-17

第3光学系の走査レンズ12は、両面とも主走査断面内

$$rs(Y)=RS0+a1 \cdot Y+a2 \cdot Y^2+a3 \cdot Y^3+a4 \cdot Y^4+a5 \cdot Y^5+\dots \quad (C)$$

(RS0はY=0での曲率半径)のように表すことができる。

走査レンズ12の第1面(入射側面)

主走査断面内の非円弧形状

R -341.72

K -88.49

A3 0.000

A4 -1.093E-07

A5 0.000

A6 -1.154E-11

A7 0.000

A8 -1.387E-15

A9 0.000

A10 2.570E-19

副走査断面内の曲率半径の主走査方向に於ける変化

RS0 -37.25

a2 2.868E-03

a3 1.312E-06

a4 -9.056E-07

a5 -2.529E-10

a6 1.309E-11

a7 -1.833E-13

a8 2.564E-14

a9 2.986E-17

a10 -7.083E-18

a11 1.541E-21

a12 5.928E-22

中心肉厚: D 3.5

使用波長での屈折率: N 1.52706

走査レンズ12の第2面(射出側面)

主走査断面内の非円弧形状

R -680.32

K -79.39

A3 0.000E

A4 -2.376E-07

A5 0.000

A6 -8.612E-12

A7 0.000

A8 -1.278E-16

A9 0.000

A10 1.268E-21

副走査断面内の形状

RS0 -16.62

a1=a2=a3=...=0.0

即ち、副走査断面内の曲率半径は、副走査断面の位置によらず一定である。第1基準線L10の、偏向反射面での反射点と走査レンズ11の第1面との距離: 45.6

の形状が非円弧形状となっており、前記(B)式と同様の表現ができる。また、副走査断面内の曲率半径は、主走査方向の座標: Yの関数として、

mm

走査レンズ11の第2面と走査レンズ12の第1面との距離: 51.5mm

走査レンズ12の第2面と被走査面との距離: 106.9mm

10 偏向反射面から被走査面までの距離: L=229.5mm

なお、上記距離: Lは第1基準線L10に沿った距離である。図1に示すように、

第1基準線L10から走査レンズ11の第1面頂点までの距離: Δ1

第2基準線L20から走査レンズ11の第1面頂点までの距離: Δ2

第1基準線L10から走査レンズ12の第1面頂点までの距離: Δ1'

20 第2基準線L20から走査レンズ12の第1面頂点までの距離: Δ2'

(全て、偏向器への入射ビーム側をプラス方向とする)

第1, 第2基準線L10, L20に対する走査レンズ11の偏向反射面内の傾き角: α、第1, 第2基準線L10, L20に対する走査レンズ12の偏向反射面内の傾き角: α' (ともに反時計回りを正とする) とすると、

これらは、
Δ1=0.80mm, Δ2=0.84mm, Δ1'=0.71mm,
Δ2'=0.75mm

30 であり、第1, 第2基準線L10, L20の両方に対して、偏向反射面に向かうビーム側にシフトしている。また、α=-0.04度, α'=-0.17度となり、走査レンズ11, 12とも第1, 第2基準線L10, L20に対してチルトしている。

【0012】前述の開き角: θと、偏向反射面と被走査面間の副走査横倍率: βとは、

$$\theta=0.0628(\text{rad})$$

$$\beta=-0.84$$

であって、前記A=18mm, L=229.5mmを用いる

40 と、 $\theta' \times \beta' \times A/L=0.00022$ となり、条件(1)を満足する。

【0013】また、カップリングレンズ3, 4と偏向反射面7Bとの距離は、2ビームとも140mmであるので、前記L1=140mmである。カップリングレンズ3, 4の有効径は2ビームとも同じで、φ1=φ2=4mmである。従って、

$$\tan^{-1}[(\phi1+\phi2)/2L1]=0.029(\text{rad})$$

となり、条件(2)を満足する(請求項1)。また、

$$L2 \times \theta \times |\beta|/L1=0.0172$$

となり、条件(3)を満足する。これにより、シリンダレ

レンズ5に、光軸中心のチルト誤差が多少あってもビームピッチの変動は小さい。第1、第2ビームの発光点位置をそれぞれ「対応するカップリングレンズの光軸に対し、副走査方向へ互いに逆向き」に3.95 μ mずらしたとき、設計上の狙いの走査線ピッチは21.2 μ m (1200 dpi)となる。このとき、シリンダレンズ5が光軸中心について3'チルトしても、ビームピッチの変動は $\pm 2\mu$ m以下となり、十分許容範囲内である。

【0014】また、シリンダレンズ5につき、 $L2=117.7$ mm、第1面(シリンダ面)の副走査方向の曲率半径を $=65$ mmとすると、ビーム1、ビーム2の発光点位置をそれぞれカップリングレンズ光軸に対し副走査方向に逆方向に1.57 μ mずらしたとき、設計の狙いのピッチは21.2 μ m (1200 dpi)となる。このとき、シリンダレンズ5が光軸中心について3'チルトすると、走査線ピッチの変動は $\pm 5\mu$ mとなり、大きな値となる。このとき $L2 \times \theta \times |\beta| / L1 = 0.044$ となり、条件(3)をオーバーする。また上記実施例1において、 $S1(+)= -0.29$, $S1(-)= -0.08$, $S2(+)= -0.01$, $S2(-)= -0.20$ であって、

$$(S1(+)-S1(-)) \times (S2(+)-S2(-)) = -0.0399 < 0$$

であり、条件式(4)を満足する(請求項3)。また、 $M1(+)= -0.10$, $M1(-)= 0.00$, $M2(+)= -0.18$, $M2(-)= -0.20$ であって、

$$(M1(+)-M1(-)) \times (M2(+)-M2(-)) = -0.002 < 0$$

であり、条件式(5)を満足する(請求項4)。図2に、上記実施例1における第1、第2ビームに関する像面湾曲(実線は副走査方向、破線は主走査方向)と、等速性(リニアリティ)の図を示す。像面湾曲および等速性は

第1面(入射側): 副走査方向にのみ正のパワーを持つシリンダ面

曲率半径: R (シリンダ面) = 13.9mm

第2面(射出側): 平面

中心肉厚 = 3mm

使用波長での屈折率 = 1.5244

第1ビームの偏向器7による反射ビームの主光線が第1基準線L10と一致するとき、第1ビームのシリンダレンズ5から偏向反射面7Bまでの距離:

$$L2 = 25.0 \text{ mm}$$

第2ビームの偏向器7による反射ビームの主光線が第2基準線L20と一致するとき、第2ビームのシリンダレンズ5から偏向反射面7Bまでの距離:

$$L2 = 25.0 \text{ mm}$$

シリンダレンズ5の光軸は、偏向反射面7Bに向かう第1、第2ビームに対して共に0.8度傾き、第1、第2ビームに対して共通に用いることができる。即ち、第1、第2ビームは、シリンダレンズ5の光軸を対称軸として、図1の面内(偏向回転面内)で互いに逆の方向へ0.8度傾いている。第3光学系の「走査レンズ」の第1面は主走査断面が非円弧形状である。この非円弧形状は、前述の(B)式で表すことができ、実施例2にお

第1、第2ビームとも極めて良好であり、良好なマルチビーム走査が可能であることを示している。

【0015】実施例2

実施例2では、第3光学系の走査結像素子が1枚の走査レンズで構成される。図1において、第3光学系を1枚の走査レンズで置き換えたものを想定し、光源、カップリングレンズ、シリンダレンズ、偏向器、第1基準線、第2基準線等は、実施例1における説明に準じて説明を行う。

10 【0016】実施例1におけると同様、LD1、LD2から出射するビームをそれぞれ第1、第2ビームとする。

LD1から出射する第1ビームと第1基準線L10のなす角: 60度

LD2から出射する第2ビームと第2基準線L20のなす角: 61.6度

である。従って、第1.1、第2ビームの開き角 θ : 0.0279radである。カップリングされたビームは、第1、第2ビームとも弱い収束ビームで、偏向反射面から自然集光点までの距離は、第1、第2ビームとも、147.3mmである。

20 偏向器7は偏向反射面数: 6面の回転多面鏡で、回転中心7Aから偏向反射面7Bまでの距離: Aは18mmである。第1ビームが第1基準線L10の方向へ反射されるとき、偏向反射面7Bへの第1ビームの入射角は30度、第2ビームが第2基準線L20の方向へ反射されるとき、偏向反射面7Bへの第2ビームの入射角は30.8度である。第2光学系としてのシリンダレンズ5は第1、第2ビームに共通に用いられるものである。

偏向器7は偏向反射面数: 6面の回転多面鏡で、回転中心7Aから偏向反射面7Bまでの距離: Aは18mmである。第1ビームが第1基準線L10の方向へ反射されるとき、偏向反射面7Bへの第1ビームの入射角は30度、第2ビームが第2基準線L20の方向へ反射されるとき、偏向反射面7Bへの第2ビームの入射角は30.8度である。第2光学系としてのシリンダレンズ5は第1、第2ビームに共通に用いられるものである。

る走査レンズ第1面の非円弧形状の各定数は、以下の通りである。

R	160.4
K	-59.97
A4	-9.465E-07
A6	3.847E-10
A8	-8.113E-14
A10	1.000E-17
中心肉厚: D	13.5
使用波長での屈折率: N	1.5244
実施例2の上記走査レンズの副走査断面内の曲率半径は、主走査方向の座標: Y関数として、前述の(C)式で表され、各定数は以下の通りである。	
RS0	-98.8
a1	-1.40E-02
a2	2.98E-02

13

a3	0.000E-00
a4	-9.91E-05
a5	0.000E-00
a6	2.31E-07
a7	0.000E-00
a8	-3.35E-10
a9	0.000E-00
a10	2.71E-13
a11	0.000E-00
a12	-8.81E-17

走査レンズの第2面(射出側)

主走査断面内の非円弧形状

R	-141.3
K	-4.7
A4	-1.02E-06
A6	2.44E-10
A8	-7.86E-14
A10	2.80E-17

副走査断面内の曲率半径の主走査方向の変化

RS0	-15.25
a1	0.00E-00
a2	-1.92E-03
a3	0.000E-00
a4	3.77E-06
a5	0.000E-00
a6	-3.17E-09
a7	0.000E-00
a8	8.24E-13
a9	0.000E-00
a10	1.09E-15
a11	0.000E-00
a12	-5.91E-19

第1基準線L10の、偏向反射面での反射点と走査レンズの第1面との距離: 33.2mm

走査レンズの第1面と第2面の距離(中心肉厚): 13.5mm

走査レンズの第2面と被走査面との距離: 128.3mm

偏向面から被走査面までの距離: L(第1基準線に沿った距離) = 175mm

第1基準線から走査レンズの第1面頂点までの距離を $\Delta 1$ 第2基準線から走査レンズの第1面頂点までの距離を $\Delta 2$

(全て、偏向器への入射ビーム側をプラス方向とする)

第1, 第2基準線に対する走査レンズの偏向面内の傾き角を α (反時計回りを正とする)とすると、 $\Delta 1=0.40\text{mm}$, $\Delta 2=0.40\text{mm}$ となっており、第1, 第2基準線の両方に対して偏向反射面に向かうビーム側にシフトしている。また、 $\alpha=-$

14

0.35度となり、走査レンズは基準線に対してチルトしている。

【0017】第1, 第2ビームの開き角: θ 、偏向反射面と被走査面との間の第3光学系の副走査横倍率: β

は、それぞれ、

 $\theta=0.0279$ $\beta=-2.3$ であり、 $A=18\text{mm}$ 、 $L=175\text{mm}$ を用いると、 $\theta' \times \beta' \times A/L=0.00032$

10 となり条件(1)を満足する。また、実施例2において、カップリングレンズと偏向反射面との距離は、第1, 第2ビームとも200mmであって、 $L1=200\text{mm}$ であり、第1, 第2ビームをカップリングする各カップリングレンズの有効径は共に4mmであって、 $\phi 1=\phi 2=4\text{mm}$ である。従って

 $\tan^{-1}[(\phi 1+\phi 2)/2L1]=0.020(\text{rad})$

となり、条件(2)を満足する。さらに、

 $L2 \times \theta \times |\beta|/L1=0.009$

となり、条件(3)を満足する。第1, 第2ビームの発光

20 点位置を、それぞれ対応するカップリングレンズの光軸に対し、副走査方向に互いに逆方向に1.10 μm ずらしたとき、設計上の走査線ピッチは21.2 μm (1200dpi)となる。このとき、シリンダレンズが光軸中心について3'チルトしても、走査線ピッチの変動は $\pm 1.7\mu\text{m}$ 以下となり、十分許容範囲内である。

【0018】また実施例2において、 $S1(+)= -1.02$, $S1(-)= -0.87$, $S2(+)= -0.19$, $S2(-)= -2.50$ となるから、 $(S1(+)-S1(-)) \times (S2(+)-S2(-))= -0.35 < 0$

となり条件式(4)を満足する(請求項3)。図3に、実

30 施例2における第1, 第2ビームに関する像面湾曲と等速性(リニアリティ)の図を、図2に倣って示す。像面湾曲・等速性は第1, 第2ビームとも極めて良好であり、良好なマルチビーム走査が可能である。

【0019】即ち、実施例1, 2に示すマルチビーム走査装置は、複数の光源1, 2と、これら複数の光源をそれぞれカップリングする複数のカップリングレンズ3, 4により構成される第1光学系と、この第1光学系からの各ビームを、主走査方向に長く略線状に集光する第2光学系5と、略線状の集光部の近傍に偏向反射面7Bを有し、第2光学系からの複数のビームを等角速度的に偏向させ、偏向反射面7Bとその回転軸7Aとが一定距離: Aだけ離れている偏向器7と、この偏向器により偏向された複数の偏向ビームを被走査面に向けて集光させ、被走査面を略等速的に走査する走査結像素子を含む第3光学系11, 12(または走査レンズ)とを有し、第2光学系からの複数のビームのうち少なくとも2つは、偏向回転面内で開き角を有し、開き角のうち最大のものを $\theta(\text{rad})$ 、この角: θ を開き角として有する2ビームが通過する2つのカップリングレンズ3, 4の有

50 効径を、 $\phi 1$, $\phi 2$ 、2つのカップリングレンズ3, 4と

偏向反射面 7 B との距離のうち短い方を $L1$ 、偏向反射面と被走査面の間にある第 3 光学系の副走査方向の横倍率を β 、偏向反射面から被走査面に至る距離を L とするとき、これらは、条件：

$$(1) \quad \theta' \times \beta' \times A / L < 0.0005$$

$$(2) \quad \theta > \tan^{-1}[(\phi 1 + \phi 2) / 2 L 1]$$

を満足する（請求項 1）。また、最大の開き角： θ を有する 2 ビームが共に通過する第 2 光学系が、少なくとも 1 つのシリンダレンズ 5 を有し、このシリンダレンズ 5 と偏向面の距離を $L2$ 、2 ビームが通過する 2 つのカップリングレンズと偏向面の距離のうち短い方を $L1$ 、偏向反射面と被走査面の間にある第 3 光学系の副走査方向の横倍率を β とするとき、これらが、条件：

$$(3) \quad L2 \times \theta \times |\beta| / L1 < 0.03$$

を満足する（請求項 2）。また、複数の光源からのビームのうち 1 つのビームの両最周辺像高での副走査方向の結像位置を $S1(+)$ 、 $S1(-)$ 、上記 1 つのビームとは異なる他の 1 つのビームの両最周辺像高での副走査方向の結像位置を $S2(+)$ 、 $S2(-)$ とするとき、これらが条件：

$$(4) \quad (S1(+)-S1(-)) \times (S2(+)-S2(-)) < 0$$

を満足する（請求項 3）。また、上記請求項 1 は、複数の光源からのビームのうち 1 つのビームの両最周辺像高での主走査方向の結像位置を $M1(+)$ 、 $M1(-)$ 、上記 1 つのビームとは異なる他の 1 つのビームの両最周辺像高での主走査方向の結像位置を $M2(+)$ 、 $M2(-)$ とするとき、これらが条件：

$$(5) \quad (M1(+)-M1(-)) \times (M2(+)-M2(-)) < 0$$

を満足する（請求項 4）。さらに実施例 1、2 とも、光源の数が 2 であり（請求項 5）、実施例 2 では、第 3 光学系の走査結像素子が 1 枚のレンズ（上記走査レンズ）で構成され（請求項 6）、実施例 2 では、第 3 光学系の走査結像素子が 2 枚のレンズにより構成されている（請求項 7）。また、実施例 1、2 とも、第 3 光学系の走査結像素子を構成するレンズの 1 以上が、偏向回転面内でシフトおよび/またはチルトして配備されている（請求項 8）。そして、実施例 1、2 において、被走査面を光導電性の感光体の感光面とする画像形成装置は、光導電性の感光体を均一に帯電したのち、光走査により静電潜像の書き込みを行い、書き込みにより形成された静電潜像を現像してトナー像として可視化する方式の画像形成装置

において、感光体に対する光走査を、請求項 1～8 の任意の 1 に記載のマルチビーム走査装置により行うこと特徴とする画像形成装置である（請求項 9）。上の実施例 1、2 では第 3 光学系の走査結像素子を 1 枚または 2 枚の走査レンズで構成したが、走査レンズを 3 枚以上有しても差し支えない。また第 3 光学系が走査ミラーを含んでいても良い。また、上記実施例における走査レンズの光軸は「各面の主走査断面の頂点を結んだ直線」とする。条件（2）、（3）の充足には、距離： $L1$ を長くするのが有利であり、カップリングレンズと偏向反射面との間、例えば、カップリングレンズとシリンダレンズとの間に「折り返しミラー等」を介して、上記距離： $L1$ を「かせぐ」ようにしてもよい。

【0020】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば新規なマルチビーム走査装置および画像形成装置を実現できる。この発明のマルチビーム走査装置は、高価なビーム合成部品を用いずに、複数のビームで被走査面を走査することができ、偏向器のサグによる複数ビーム間の光学特性の差を低減でき、各ビームごとに、良好な像面湾曲特性（小径で安定したビームスポット径）及び等速性が得られる。また、この発明の画像形成装置は、上記マルチビーム走査装置を用いることにより、高速で良好な画像形成を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施の 1 形態を説明するための図である。

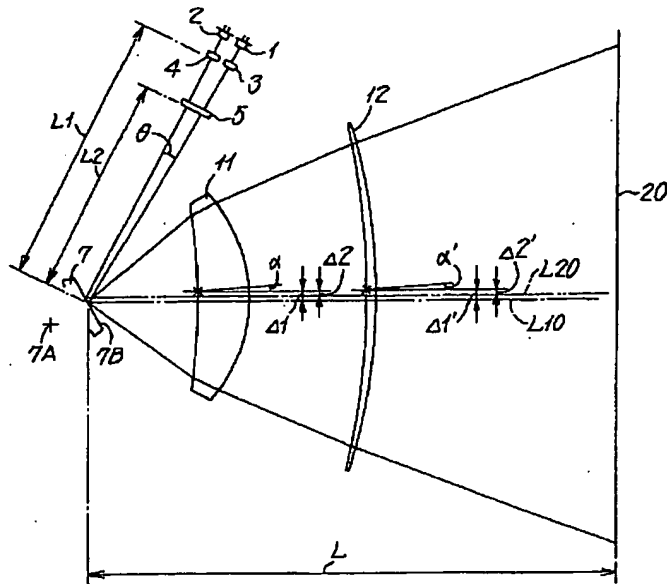
【図 2】実施例 1 における第 1、第 2 ビームの像面湾曲と等速性を示す図である。

【図 3】実施例 2 における第 1、第 2 ビームの像面湾曲と等速性を示す図である。

【符号の説明】

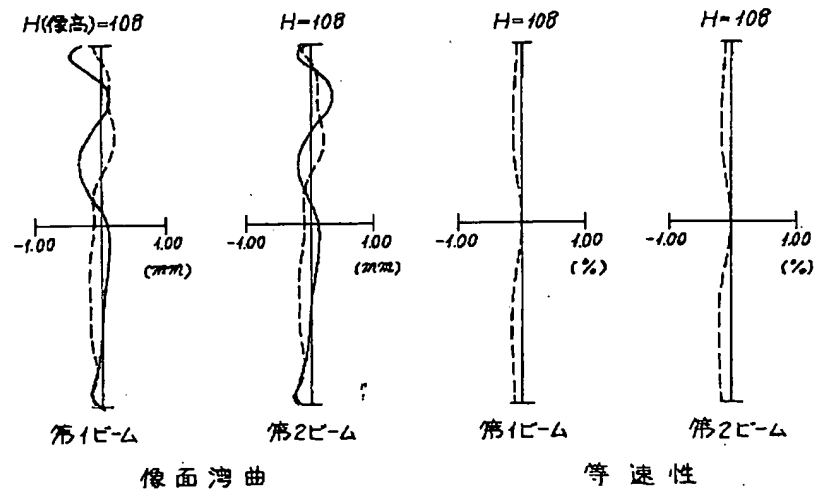
- 1, 2 光源としての半導体レーザー
- 3, 4 第 1 光学系を構成するカップリングレンズ
- 5 第 2 光学系としてのシリンダレンズ
- 7 偏向器としての回転多面鏡
- 11, 12 第 3 光学系の走査結像素子をなす走査レンズ
- 20 被走査面

【図1】



【図2】

(実施例1)



【図3】

(実施例 2)

